



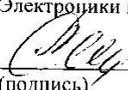
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
(подпись) Л.Г. Стаценко  
(Ф.И.О. рук. ОП)  
«09» декабря 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующая кафедрой  
Электроники и средств связи (ЭиСС)

  
(подпись) Л.Г. Стаценко  
(Ф.И.О. зав. каф.)  
«09» декабря 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Помехоустойчивое кодирование

Направление подготовки 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи  
профиль «Системы радиосвязи и радиодоступа»

Форма подготовки очная

курс 1 семестр 2

лекции 18 час.

практические занятия не предусмотрены учебным планом.

лабораторные работы не предусмотрены учебным планом.

в том числе с использованием МАО лек. 0/пр. 0/лаб. 0 час.

всего часов аудиторной нагрузки 18 час.

в том числе с использованием МАО 0 час.

самостоятельная работа 54 час.

в том числе на подготовку к зачету 0 час.

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены учебным планом

зачет 2 семестр

экзамен не предусмотрен учебным планом

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 22.09.2017 №958.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроники и средств связи, протокол №4 от «09» декабря 2019 г.

Заведующая кафедрой Стаценко Л.Г.

Составитель: Чусов А.А., доцент каф. ЭиСС, к.т.н.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

**Bachelor's degree in 11.04.02 Infocommunication Technologies and Systems**

**Bachelor's Program "Systems of radiocommunication and radio access"**

**Course title: Technologies of Intermachine Communication**

**Elective, 1 credit**

**Instructor:** *Chusov A.A.*

**At the beginning of the course a student should be able to:**

- critically analyze challenges using systemic approach and to appropriately choose a strategy for addressing them (UC-1);
- understand modern scientific worldview and to identify scientific essence of challenges in the respective professional field, to determine ways of addressing the challenges as well as estimate effectiveness of the choices made (GPC-1);
- develop and use specialized software in research and development (GPC-4).

**Learning outcomes:**

Professional Competence

PC-1 – correspond to a current level of development of communication subsystems and networking frameworks, data networking, transporting networks and networks for wireless accessibility as well as systems of satellite communication.

**Course description.**

The course covers the following topics.

Means and goals of intermachine communication.

Protocols and linguistic means of intermachine communication.

Effectiveness of intermachine communication: typical criteria and indicators.

Communicational complexity.

Architectures of intermachine communications.

Interprocess communication. Implementation of interprocess communications the Open Systems Interconnection stack of protocols. Remote procedure calls. Distributed COM and CORBA. Distributed operating systems.

Synchronization of distributed processes.

**Main course literature:**

1. Gorjachkin O.V. Teorija informacii i kodirovanija. Chast' 1. Teorija potencial'noj pomehoustojchivosti [Theory of information. Part 1. Theory of potential error insusceptibility]. — Samara: Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, 2017.— 94 p. (rus).

2. Gorjachkin O.V. Teorija informacii i kodirovanija. Chast' 2 [Theory of information. Part 2]. — Samara: Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, 2017.— 138 p. (rus).

3. Nosov V.I. Issledovanie metodov povyshenija pomehoustojchivosti korotkoimpul'snyh sverhshirokopolosnyh sistem radiosvjazi [A study of methods of increasing error insusceptibility of radio communication systems with short-pulses and extra wide spectrum]. — Novosibirsk: Siberian State University of Telecommunications and Informatics, 2017. — 245 p. (rus).

4. Mihajlov V.Ju. Diskretnaja matematika i modeli kodirovanija v zadachah informacionnoj bezopasnosti [Discrete mathematics and coding models in challenges of information security].— Saint-Petersburg: Intermedia, 2017.— 160 p. (rus).

5. Trofimov V.K. Teoremy kodirovanija neravnoznachnymi simvolami dlja diskretnyh kanalov bez shuma [Theorems of coding with non-uniform symbols for discrete channels without noise]. — Novosibirsk: Siberian State University of Telecommunications and Informatics, 2016.— 80 p. (rus).

**Form of final control:** exam.

## АННОТАЦИЯ

Рабочая программа дисциплины «Помехоустойчивое кодирование» разработана для студентов магистратуры 1 курса, обучающихся по направлению 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль «Системы радиосвязи и радиодоступа».

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 1 зачетную единицу (36 часов). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 час.), самостоятельная работа студента (54 час.). Данная дисциплина входит в перечень факультативных дисциплин. Дисциплина реализуется на 1 курсе во 2 семестре.

Дисциплина входит в факультативную часть учебного плана образовательного стандарта высшего образования ДВФУ.

Дисциплина «Помехоустойчивое кодирование» базируется на дисциплинах «Теория телетрафика», «Специальные вопросы цифрового теле, радиовещания», «Теория случайных процессов», «Цифровая передача информации», изучаемых в магистратуре.

**Цель:** раскрыть смысл ключевых понятий помехоустойчивого кодирования данных и соответствующих проблем предметной области; сформировать представление о назначении, эффективности, основных математических и технических инструментальных средствах проектирования, моделирования, анализа, реализации, оценки эффективности канального кодирования.

### **Задачи:**

- приобретение студентами базового набора представлений и целях помехоустойчивого кодирования, его реализации и эффективности;
- приобретение первичных навыков проектирования, реализации, работы с математическими и техническими инструментальными средствами проектирования, моделирования и имплементации с помощью алгоритмических, аппаратных и программных средств помехоустойчивого кодирования в телекоммуникационных системах.

Для успешного изучения дисциплины «Помехоустойчивое кодирование» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);
- способность представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем своей профессиональной деятельности, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора (ОПК-1);
- способность разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решении проектно-конструкторских и научно-исследовательских задач (ОПК-4).

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций (общекультурные/ общепрофессиональные/ профессиональные компетенции (элементы компетенций)):

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-1 способность использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС, ставить задачи исследования, выбирать методы	Знает	актуальные методы теоретико-экспериментальных исследований фундаментальных свойств помехоустойчивого кодирования и представления данных с требуемой избыточностью с целью детектирования и коррекции битовых ошибок.
	Умеет	анализировать представление, сущность и природу передаваемых данных, выявляя требования помехозащищенности данных, передаваемых по каналам связи, в заданных условиях по ширине, спектральным свойствам, энергоэффективности этого канала.
	Владеет	навыками проектирования, анализа, синтеза, моделирования и оптимизации математических, алгоритмических и программных методов и средств помехоустойчивого кодирования данных с избыточностью, соответствующих имеющимся

экспериментальной работы с целью совершенствования и созданию новых перспективных инфокоммуникационных систем		условиям, ограничениям и требованиям к каналу связи и функциональной эффективности приема и передачи данных по каналу связи и реализации над ним инфокоммуникационных протоколов с заданной надежностью и гарантиями доставки.
---	--	--

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Помехоустойчивое кодирование» не применяются методы активного/интерактивного обучения.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 ЧАСА)**

### **Тема 1. Обоснование и концептуальные основы помехоустойчивого кодирования (4 часа)**

Задачи и сервисы канального уровня инфокоммуникационных протоколов. Вероятность потерь. Понятие контрольной суммы. Управление потоком данных. Контроль ошибок. Характеристики ошибок. Аналитические и численными модели канала связи. Метод четности. Циклические коды. Выбор полинома. Оценка теоретических пределов избыточности.

### **Тема 2. Кодирование Хэмминга (4 часа)**

Систематические коды. Кодовое пространство. Понятие и оценка кодового расстояния. Оценка избыточности. Самоконтролирующиеся коды. Самокорректирующиеся коды. Метод Хэмминга с общих позиций. Алгоритм Хэмминга и оценка его функциональной эффективности: вероятности ошибок, оперативности кодирования/декодирования и ресурсоемкости приемопередачи. Операторное представление кодирования. Реализуемость кодирования Хэмминга. Оценка асимптотической вычислительной и коммутационной сложности протоколов с кодами Хэмминга.

### **Тема 3. Конечные поля (4 часа)**

Факторизация полиномов в конечном поле. Неприводимые полиномы. Связь неприводимых полиномов и простых чисел. Критерий Эйзенштейна. Операции над конечными полями. Алгоритмы генерации элементов конечного поля и оценка сложности.

#### **Тема 4. Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема (6 часов)**

Формальное обоснование метода. Выбор порождающего полинома. Оценка кодового расстояния. Код Рида-Соломона. Алгоритм Берлекемпа-Мэсси. Алгоритм Евклида. Алгоритм Питерсона-Горенштейна-Цирлера.

## **II. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Помехоустойчивое кодирование» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

## **III. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Обоснование и концептуальные основы помехоустойчивого кодирования	ПК-1	знает	Устный опрос (УО-1); тесты (ПР-1)	Вопросы к зачету 1, 5, 11, 15, 21.
			умеет	Устный опрос (УО-1); контрольная работа (ПР-2)	Вопросы к зачету 1, 5, 11, 15, 21.

			владеет	Контрольная работа (ПР-2); тесты (ПР-1)	Вопросы к зачету 1, 5, 11, 15, 21.
2	Кодирование Хэмминга	ПК-1	знает	Устный опрос (УО-1); тесты (ПР-1)	Вопросы к зачету 3, 12, 16, 17, 19, 25, 27, 29.
			умеет	Устный опрос (УО-1); контрольная работа (ПР-2)	Вопросы к зачету 3, 12, 16, 17, 19, 25, 27, 29.
			владеет	Контрольная работа (ПР-2); тесты (ПР-1)	Вопросы к зачету 3, 12, 16, 17, 19, 25, 27, 29.
3	Конечные поля	ПК-1	знает	Устный опрос (УО-1); тесты (ПР-1)	Вопросы к зачету 5, 7, 9, 10, 11, 13, 21, 23
			умеет	Устный опрос (УО-1); контрольная работа (ПР-2)	Вопросы к зачету 5, 7, 9, 10, 11, 13, 21, 23
			владеет	Контрольная работа (ПР-2); тесты (ПР-1)	Вопросы к зачету 5, 7, 9, 10, 11, 13, 21, 23
4	Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема.	ПК-1	знает	Устный опрос (УО-1); тесты (ПР-1)	Вопросы к зачету 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32
			умеет	Устный опрос (УО-1); контрольная работа (ПР-2)	Вопросы к зачету 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32
			владеет	Контрольная работа (ПР-2); тесты (ПР-1)	Вопросы к зачету 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **IV. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Горячкин О.В. Теория информации и кодирования. Часть 1. Теория потенциальной помехоустойчивости [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Горячкин О.В.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017.— 94 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/77235.html>.— ЭБС «IPRbooks».
2. Горячкин О.В. Теория информации и кодирования. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Горячкин О.В.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017.— 138 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75413.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Носов В.И. Исследование методов повышения помехоустойчивости короткоимпульсных сверхширокополосных систем радиосвязи [Электронный ресурс]: монография/ Носов В.И., Калинин В.О.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017.— 245 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/74669.html>.— ЭБС «IPRbooks».
4. Михайлов В.Ю. Дискретная математика и модели кодирования в задачах информационной безопасности [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Михайлов В.Ю., Мазепа Р.Б., Карпухин Е.О.— Электрон. текстовые данные.— Санкт-Петербург: Интермедия, 2017.— 160 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68587.html>.— ЭБС «IPRbooks».
5. Трофимов В.К. Теоремы кодирования неравнозначными символами для дискретных каналов без шума [Электронный ресурс]: монография/

Трофимов В.К., Храмова Т.В.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016.— 80 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69561.html>.— ЭБС «IPRbooks».

### **Дополнительная литература** (печатные и электронные издания)

1. Носов В.И. Методы повышения помехоустойчивости систем радиосвязи с использованием технологии ММО и пространственно-временной обработки сигнала [Электронный ресурс]: монография/ Носов В.И.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2014.— 316 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40536.html>.— ЭБС «IPRbooks».

2. Исследование процессов кодирования и декодирования кодов Рида-Соломона [Электронный ресурс]: практикум № 3 ПК/ — Электрон. текстовые данные.— Москва: Московский технический университет связи и информатики, 2014.— 8 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63327.html>.— ЭБС «IPRbooks»

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

1. Среды разработки ПО Microsoft Visual Studio Community 2017 и Microsoft Visual Studio Community 2019 или компиляторы gcc, g++ версии не ниже 7.0, а также отладчик gdb.

## **V. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для изучения дисциплины «Помехоустойчивое кодирование» обучающемуся предлагаются лекционные занятия. Обязательным элементом является также самостоятельная работа. Из 36 общих учебных часов 18 часов отводится на самостоятельную работу студента. В рамках часов, выделенных

на самостоятельную работу, студент должен изучать темы, отведенные преподавателем на самостоятельное изучение. Помимо различных методических указаний и списка рекомендуемой литературы обучающийся должен обсуждать возникающие у него вопросы на консультациях, назначаемых преподавателем.

Все 18 часов самостоятельной работы отводятся на закрепление лекционного материала.

Дисциплину рекомендуется изучать по плану занятий. При подготовке к лекциям обучающийся изучает план лекционного материала, рекомендованную и дополнительную литературу.

## **VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

№	Наименование	Кол-во
1	Библиотечный фонд ДВФУ	
2	Учебные классы ДВФУ С общим количеством: - посадочных мест - проекторов, экранов	1  31 3
3	Рабочие места с выходом в интернет	16



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
**(ДФУ)**

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**  
по дисциплине «Помехоустойчивое кодирование»  
**Направление подготовки 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии  
и системы связи**  
профиль «Системы радиосвязи и радиодоступа»  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2020**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	2 неделя обучения	Методы обеспечения гарантий доставки сообщений транспортных протоколов	4 часа	Собеседование
2.	4 неделя обучения	IEEE 802.1 - Управление сетевыми устройствами и их взаимодействие	2 часа	Собеседование
3.	4 неделя обучения	Обнаружение и коррекция ошибок в Ethernet.	4 часа	Собеседование
4.	4 неделя обучения	MAC уровень стандарта IEEE 802.11 и распределённая функция координации. EDCF и HCF.	4 часа	Собеседование
5.	4 неделя обучения	Протоколы с автоматическими запросами на повторную передачу. Недостатки метода. Влияние на информационную безопасность.	4 часа	Собеседование
6.	4 неделя обучения	Самосинхронизирующиеся коды FDDI. Оценка надёжности приемопередачи по протоколу FDDI.	4 часа	Собеседование
7.	4 неделя обучения	Обнаружение ошибок и восстановление в канальном протоколе HDLC.	4 часа	Собеседование
8.	6 неделя обучения	Канальное кодирование в протоколе PPP.	4 часа	Собеседование
9.	8 неделя обучения	Кодирование циклическими избыточными кодами. Стандартизированные коды и полиномы.	4 часа	Проект
10.	8 неделя обучения	Реализация алгоритма кодирования Рида-Соломона на С.	8 часов	Проект
11.	8 неделя обучения	Реализация базового алгоритма Евклида для полиномов в поле Галуа	8 часов	Проект
12.	10 неделя обучения	Реализация алгоритма декодирования Берлекемпа-Мэсси	4 часа	Проект

## **Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению**

Самостоятельные работы проводятся на рабочих местах с доступом к ресурсам Internet и в домашних условиях. Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется в ходе аудиторных занятий. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные учебники и учебно-методические пособия.

## **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Самостоятельная работа считается выполненной, в отчете по проделанной работе представлено письменные пояснения к полученным выводам и, если требуется, код программной реализации, компилируемый и выполняющий задачу корректно.

## **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

Проводится проверка правильности выполнения заданий по самостоятельной работе. Задание зачтено, если нет ошибок. По текущим ошибкам даются пояснения.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Помехоустойчивое кодирование»**  
Направление подготовки **11.04.02** Инфокоммуникационные технологии и системы связи  
профиль «Системы радиосвязи и радиодоступа»  
**Форма подготовки очная/заочная**

**Владивосток**  
**2020**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-1 способность использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы с целью совершенствования и созданию новых перспективных инфокоммуникационных систем	Знает	актуальные методы теоретико-экспериментальных исследований фундаментальных свойств помехоустойчивого кодирования и представления данных с требуемой избыточностью с целью детектирования и коррекции битовых ошибок.
	Умеет	анализировать представление, сущность и природу передаваемых данных, выявляя требования помехозащищенности данных, передаваемых по каналам связи, в заданных условиях по ширине, спектральным свойствам, энергоэффективности этого канала.
	Владеет	навыками проектирования, анализа, синтеза, моделирования и оптимизации математических, алгоритмических и программных методов и средств помехоустойчивого кодирования данных с избыточностью, соответствующих имеющимся условиям, ограничениям и требованиям к каналу связи и функциональной эффективности приема и передачи данных по каналу связи и реализации над ним инфокоммуникационных протоколов с заданной надежностью и гарантиями доставки.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Обоснование и концептуальные основы помехоустойчивого кодирования	ПК-1	знает	Устный опрос (УО-1); тесты (ПР-1)	Вопросы к зачету 1, 5, 11, 15, 21.
			умеет	Устный опрос (УО-1); контрольная работа (ПР-2)	Вопросы к зачету 1, 5, 11, 15, 21.
			владеет	Контрольная работа (ПР-2); тесты (ПР-1)	Вопросы к зачету 1, 5, 11, 15, 21.
2	Кодирование Хэмминга	ПК-1	знает	Устный опрос (УО-1); тесты (ПР-1)	Вопросы к зачету 3, 12, 16, 17, 19, 25, 27, 29.
			умеет	Устный опрос (УО-1);	Вопросы к зачету 3, 12, 16,

				контрольная работа (ПР-2)	17, 19, 25, 27, 29.
			владеет	Контрольная работа (ПР-2); тесты (ПР-1)	Вопросы к зачету 3, 12, 16, 17, 19, 25, 27, 29.
3	Конечные поля	ПК-1	знает	Устный опрос (УО-1); тесты (ПР-1)	Вопросы к зачету 5, 7, 9, 10, 11, 13, 21, 23
			умеет	Устный опрос (УО-1); контрольная работа (ПР-2)	Вопросы к зачету 5, 7, 9, 10, 11, 13, 21, 23
			владеет	Контрольная работа (ПР-2); тесты (ПР-1)	Вопросы к зачету 5, 7, 9, 10, 11, 13, 21, 23
4	Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема.	ПК-1	знает	Устный опрос (УО-1); тесты (ПР-1)	Вопросы к зачету 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32
			умеет	Устный опрос (УО-1); контрольная работа (ПР-2)	Вопросы к зачету 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32
			владеет	Контрольная работа (ПР-2); тесты (ПР-1)	Вопросы к зачету 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-1 способность к развитию коммутационных подсистем и сетевых платформ, сетей передачи	знает (пороговый уровень)	актуальные методы теоретико-экспериментальных исследований	Знает основные математические и алгоритмические методы и критерии эффективности помехоустойчивого кодирования данных, функциональные	Знает основные принципы помехозащитного кодирования данных, выбора метода кодирования исходя из требований к гарантии
фундаментальных свойств помехоустойчивого кодирования и представления				

данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи		данных с требуемой избыточностью с целью детектирования и коррекции битовых ошибок.	и нефункциональные требования к каналам связи с помехоустойчивым кодированием данных, инфокоммуникационным протоколам с гарантиями доставки данных; к реализациям инфокоммуникаций; знает математические методы синтеза и анализа каналов связи, математические, алгоритмические и программные инструментальные средства аналитического, численного, имитационного моделирования каналов связи с помехозащищенным кодированием данных.	доставки данных, вероятности потерь, количества избыточности, приоритизации данных и каналов в многоканальных системах, временной и спектральной эффективности; знает математическое обоснование фундаментальных положений теории кодирования данных, методы анализа и оптимизации метода помехоустойчивого кодирования с использованием аппарата математического анализа и математической статистики, оценки эффективности с позиций теории сложности.
	умеет (продвинутый)	анализировать представление, сущность и природу передаваемых данных, выявляя требования помехозащитности данных, передаваемых по каналам связи, в заданных условиях по	Умеет осуществлять и обосновывать выбор адекватных методов и средств анализа, моделирования, проектирования и реализации помехоустойчивого кодирования на основе заданных	Умеет приводить обоснованный с теоретической точки зрения выбор метода помехозащитного кодирования данных исходя из асимптотических и практических

		<p>ширине, спектральным свойствам, энергоэффективности этого канала.</p>	<p>требований к результативности, оперативности, ресурсоемкости и отказоустойчивости реализаций инфокоммуникационных протоколов, использующих программную и аппаратную реализацию помехоустойчивого кодирования с заданными требованиями по гарантиям доставки данных и вероятностям потерь.</p>	<p>требований к надежности доставки данных, корректного детектирования и коррекции ошибок; умеет выполнять оценку функциональной эффективности каналов связи с помехоустойчивым кодированием и прогнозировать влияние выбранного метода помехоустойчивого кодирования на оперативность, спектральную и временную эффективность приема и передачи данных с заданными вероятностными гарантиями доставки данных на инфокоммуникационный протокол.</p>
	<p>владеет (высокий)</p>	<p>навыками проектирования, анализа, синтеза, моделирования и оптимизации математических, алгоритмических и программных методов и средств помехоустойчивого кодирования данных с</p>	<p>Владеет навыками априорной и апостериорной оценки эффективности помехоустойчивого кодирования, включая поиск оптимальных и квазиоптимальных алгоритмов помехоустойчивого кодирования</p>	<p>Владеет навыками анализа, синтеза, выбора адекватного метода помехозащитного кодирования данных с заданными требованиями по функциональной эффективности канала связи и</p>

		избыточностью, соответствующим имеющимся условиям, ограничениям и требованиям к каналу связи и функциональной эффективности приема и передачи данных по каналу связи и реализации над ним инфокоммуникационных протоколов с заданной надежностью и гарантиями доставки.	и инфокоммуникационных протоколов, модельных и натуральных исследований, оценки и обоснования эффективности помехозащитного кодирования в заданных условиях приемапередачи.	определенных над ним инфокоммуникационных протоколов, обоснования их эффективности.
--	--	---	---	---

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Проводится проверка правильности выполнения заданий по самостоятельной работе. Задание зачтено, если нет ошибок. По текущим ошибкам даются пояснения.

### **Вопросы к зачету**

1. Канальное кодирование в инфокоммуникационных системах.
2. Характеристики ошибок в каналах связи
3. Асимптотическая функция коммутационной сложности инфокоммуникационного протокола с автоматическими запросами на повторную передачу данных при заданной вероятности ошибки. Оценка первых моментов функции распределения.
4. Понятие циклического кода.

5. Обоснование и оценка расстояния Хемминга.
6. Матричное представление кодирования Хемминга (7, 4).
7. Разделить число  $x$  на  $y$ , где  $x = 0xA1$  и  $y = 0x13$ , если  $x, y \in GF(2^8)$  с неприводимым полиномом  $x^8 + x^4 + x^3 + x + 1$ .
8. Сгенерировать элементы поля  $GF(2^5)$  с неприводимым полиномом  $x^5 + x^2 + 1$ .
8. Выполнить БЧХ-кодирование (31, 21) значения 101101110111101111101 порождающим полиномом, заданным кодом 11101101001.
9. Выполнить циклическое кодирование значения 0x1234 с помощью полинома 0x2030B9C7 в  $GF(2^8)$ .
10. Являются ли полиномы  $x^2 + 1$  и  $x^2 + x + 1$  неприводимыми в целых числах? Доказать.
11. Оценить вычислительную сложность кодирования БЧХ.
12. Показать эквивалентность кодирования Рида-Соломона дискретному преобразованию Фурье.

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

#### **Перечень дискуссионных тем для дискуссии**

по дисциплине «Помехоустойчивое кодирование»

1. Принципы, применимость и обоснование межмашинного взаимодействия.
2. Инструменты описания и автоматизации реализации межмашинного взаимодействия.
3. Инструменты представления и интерпретации данных при межмашинном взаимодействии.
4. Распределенное хранение, обработка и получение данных.
5. Механизмы обеспечения отказоустойчивости межмашинного взаимодействия.
6. Исторические подходы к проектированию и реализации межмашинного взаимодействия.

7. Оптимизация протоколов и реализаций межмашинного взаимодействия.

8. Математическое моделирование протоколов межмашинного взаимодействия.

9. Оценка и критерий эффективности межмашинного взаимодействия.

10. Механизмы гарантии доставки данных при межмашинном взаимодействии. Буферизация данных. Помехоустойчивое кодирование.

Критерии оценки:

✓ 100-85 баллов выставляется студенту, если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

✓ 85-76 баллов выставляется студенту, если ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

✓ 75-61 баллов выставляется студенту, если оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью

ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

✓ 60-50 баллов выставляется студенту, если ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.